

A Sr—90 mozgását és megkötődését befolyásoló néhány talajtani tényező vizsgálata

DARAB KATALIN és TÖRÖK ISTVÁN

Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet,
Budapest

A maghasadási reakciók alkalmazásával, technikai felhasználásával megnőtt a lehetősége és veszélye a környezet radioaktív szennyezettségének. Különösen figyelmet érdemelnek azok a hasadási termékek, melyek a nukleáris energia háborús célokra való felhasználásával, illetve felszíni robbantási kísérletek során kerültek a környezetbe. A felszíni robbantások megszűnése után az irodalmi adatok szerint [5] a bioszféra radioaktív szennyezettsége jelentősen csökkent, de sok esetben ma is a környezet természetes aktivitásának értéke felett van, mivel a hosszú felezésű hasadási termékek a környezetben megkötődtek és onnan csak lassan távoznak el.

A talaj a hosszú felezési idejű hasadási termékek megkötésében és felhalmozásában jelentős szerepet játszik. A talajnak ilyen szempontból is közvetítő szerepe van. Megköti a levegőből esővízzel vagy felületi vizekkel a föld felszínére érkező hasadási termékeket, majd a benne élő szervezeteknek átadva bekapcsolja ezeket az elemek biológiai körforgásába.

A hosszú felezési idejű hasadási termékek közül tulajdonságainál fogva egyike a legfontosabbaknak a Sr—90. A Sr—90 kémiaiilag a talaj kémiai alkotórészei közül a kalcium ionokhoz hasonlóan viselkedik.

Ezért mozgását, megkötődését, kilugzódását a talajban a kalciumvegyületek formái, a különböző formában levő kalciumvegyületek mennyisége és egymás közötti aránya határozza meg. A kalcium ionokhoz hasonlóan a Sr—90 jelentős része is többnyire kicserélhető formában kötődik meg a talajban [3].

Számos módszert javasoltak a talajban megkötött Sr—90 mozgékonyságának számszerű jellemzésére. Mindezen módszerek közös vonása, hogy a Sr—90 mozgékonyságát a talajban és növényben mért Sr—90/Ca—40 viszony-számon keresztül fejezi ki. Az ilyen jellegű mutatók közül megemlítjük RUSSEL és SCHOFIELD [6] munkáját, akik a növény—talaj és talaj—oldat faktorok összehasonlításával, FREDRIKSSON és ERIKSSON [2] munkáját, akik az ún. „OR” értékkel, FOWLER és CHRISTENSON munkáját [1], akik az ún. diszkriminációs faktoriall jellemezték a Sr—90 mozgékonyságát.

A Sr—90 megkötődése végbemehet nemcsak kicserélhető, hanem kevésbé oldódó SrCO_3 formájában is. A talajban képződő $\text{Sr}^{90}\text{CO}_3$ mennyisége függ a talaj pH értékétől és a talajoldat kalcium ionkoncentrációjától. A talajoldat lúgosságának növekedésével csökken az oldat kalcium ion koncentrációja, s ezzel együtt nő a lehetősége annak, hogy a talajba jutó Sr—90 stroncium-karbonát formájában kicsapódjon. Az előbbieket figyelembe véve a talajok

felső szintjeinek radioaktív szennyezettsége két úton csökkenthető. Egyik ezek közül, hogy a közeg pH-értékének változtatásával csökkentjük az oldat kalcium ionkoncentrációját, s ezzel együtt csökkentjük a kicserélhető vagy karbonát formájában jelenlevő radioaktív hasadási termék oldatba menetelét. A másik lehetőség, hogy a közeg kalcium ionkoncentrációjának növelésével s ezzel együtt lefelé irányuló vízmozgás biztosításával, elősegítjük a radioaktív szennyező anyagok mélyebb rétegekbe történő kilúgzását, s ezáltal az elemek biológiai körforgalmából történő lassú kivonódását.

MELNIKOVA [4] a talajok vízforgalmát szoros összefüggésbe hozza a radioaktív szennyező anyagok talajban történő mozgásával, kilúgzásával, megállapítva azt, hogy ezen anyagok kilúgzódásának sebességét az előbb felsorolt tényezők mellett a talajok vízháztartása szabja meg.

A hasadási termékek megkötődésének és mozgásának vizsgálatában különös érdeklődésre tarthat számot azoknak a folyamatoknak a megismerése, melyek a szikes talajokban a radioaktív szennyező anyagok megkötődésével és mozgásával kapcsolatosak. Számolnunk kell ugyanis azzal, hogy a szikes talajok sajátos kémiai tulajdonságai s ennek megfelelően a nem szikes talajoktól eltérő vízháztartása tükröződik a hasadási termékek megkötődésének mértékében, formáiban és a megkötött Sr=90 mozgékonyságában is.

A fentieket szem előtt tartva vizsgálatokat végeztünk és összehasonlítottuk különböző mechanikai összetételű szikes és vele együtt komplexben előforduló nem szikes talajok Sr=90 szennyezettségét. Megkíséreltük a szennyezettség mértékét összefüggésbe hozni a talajok fizikai és kémiai sajátosságaival.

Anyag és módszerek

Vizsgálatainkhoz 11 különböző típusú és mechanikai összetételű talaj felső szintjének mintáit használtuk fel. A kiválasztott talajtípusok magukba foglalták a humuszos homoktalajokat, réti talajokat, és a szikes talajok különböző típusait. Mechanikai összetételük a vályogos homoktól a nehéz agyagig változott. A szelvényekből elvégeztük a talajok mechanikai összetételének vizsgálatát és megadtuk a fizikai homok és fizikai agyag arányát, valamint az 1 μ -nál kisebb átmérőjű részecskék százalékos mennyiségét. Meghatároztuk a talaj összes kalciumtartalmát nátriumkarbonátos feltárás után. Meghatároztuk az 1 μ -nál kisebb átmérőjű talajrészecskék összes kalciumtartalmát. A kolloidfrakció leválasztását a kalciumkarbonát elroncsolása és a klorid ionfelesleg kimosása után vizes szuszpenzióból végeztük. A kolloidfrakciók nátriumkarbonátos feltárása után leválasztottuk a szilíciumot, és a kapott oldatból a kalciumot lángfotometrián határoztuk meg (1. táblázat). A szikes talajoknál elvégeztük a kicserélhető nátrium és a kationadszorpciós kapacitás meghatározását ammóniumacetátos módszerrel. Meghatároztuk az oldható sók mennyiségét a telítési paszta vezetőképességének mérése útján, az oldható só mennyiségét és milyenségét a telítési kivonat kémiai elemzésével. Ez utóbbi értékek közül megadjuk a telítési kivonat nátriumszázalékát és a telítési kivonatban a karbonát és hidrokarbonát ionok relatív mennyiségét (2. táblázat).

Vizsgáltuk a fent ismertetett talajok felső 5–10 cm-ének Sr=90 szennyeződését. A Sr=90 szennyeződést a talajból sósavas kezeléssel vontuk ki, majd a sósavas extraktumból a Ca és Sr ionokat oxalát formájában csaptuk ki

1. táblázat

A vizsgált talajok mechanikai összetétele és kalcium tartalma

(1) Szelvényszám	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Fizikai homok fizikai agyag	(4) Kolloid frakció < 1 μ %	(5) Összes CaO a talajban %	(6) Összes Ca az agyag- frakcióban mg/100 g
3	0—2	1,92	11,2	2,30	8,55
	2—11	1,30	18,0	1,94	9,96
	11—26	1,30	14,2	1,76	16,00
	55—67	4,78	3,2	2,17	3,50
4	0—2	6,80	6,80	1,75	2,82
	2—11	2,82	16,70	1,49	7,10
	11—26	1,74	26,30	1,46	12,70
	51—70	9,50	2,49	1,57	0,70
5	0—2	4,04	11,21	1,39	4,00
	2—11	6,15	2,01	1,41	0,50
	15—20	1,55	27,49	1,51	1,75
	55—65	5,77	4,16	1,38	4,00
6	5—15	1,40	22,00	1,39	11,80
	20—28	1,80	15,30	1,51	7,60
	30—45	3,70	8,90	1,55	8,70
	7—17	0,24	51,03	0,68	16,35
22	37—45	0,24	49,90	1,00	12,45
	58—72	0,24	54,00	0,71	15,40
27	5—17	0,77	40,60	0,46	12,30
	30—42	0,24	51,40	0,53	17,40
	56—67	0,18	47,20	0,50	8,50
	8—16	0,38	58,10	0,71	16,60
29	26—37	0,25	65,60	1,07	23,40
	48—55	0,17	56,80	0,64	26,40
	0—7	0,37	46,70	0,36	22,50
	13—21	0,18	61,80	0,57	22,10
54	33—47	0,28	52,90	0,64	20,80

A kicsapást többször megismételtük, a csapadékot szűrőpapírra gyűjtöttük, majd izzítás után mértük a csapadék béta-aktivitását. A mérési adatokat mCi/km²-ben adtuk meg (3. táblázat).

Tekintettel arra, hogy a vizsgált területek részben szántóként, részben legelőként voltak hasznosítva, és a mintákat úgy gyűjtöttük be, hogy azonos területről vettünk mintát úgy a szántókról, mint a rét-legelőről, lehetőségünk volt arra, hogy a rádióaktív szennyeződés mértékét a talajok művelésével kapcsolatban is vizsgáljuk.

Az adatok értékelése és következtetés

A közölt vizsgálati adatokból kitűnik, hogy legnagyobb volt a talajok Sr—90 szennyezettsége a 3, 4, 5. sz. szelvényeknél. Ezek a szelvények sorrendben szoloncsákos szolonyec, szoloncsák és szoloncsák-szolonyec talajokat reprezentálnak. Területileg együtt fordulnak elő a 6. sz. réti öntéstalajjal. Úgy a réti öntés, mint a szikes talajok mechanikai összetétele könnyű, a fizikai homok mennyisége mindig több, mint a fizikai agyag mennyisége, az 1 μ -nál kisebb átmérőjű részecskék mennyisége 7—15% körüli értéket mutat. Ezeknél

2. táblázat

A vizsgált szikes talajok telítési kivonatának elemzési adatai

Szelvény szám (1)	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Oldható só ‰	pH	(4) Telítési kivonat		(5) Telítési ‰	(6) Na ml- szorpciós arány	(7) Kicsere- lhető Na T ‰
				Na ⁺ Σ kation · 100	CO ₃ ²⁻ + HCO ₃ ⁻ Σ anion · 100			
3	0—2	0,63	8,5	81,0	5,8	50,0	26,7	27,5
	2—11	0,81	8,5	98,0	8,0	51,3	300,0	81,5
	11—26	1,87	8,7	99,4	32,0	43,0	393,0	85,0
4	0—11	1,50	8,6	94,0	53,2	60,0	63,2	47,9
	11—17	0,45	8,9	92,0	51,6	88,0	25,4	26,7
	17—31	0,12	8,1	93,0	48,4	86,0	43,6	38,9
5	0—2	1,20	8,6	97,0	4,1		124,7	65,0
	2—11	0,90	8,4	—	9,7			
	15—20	1,20	8,6	99,4	15,8		285,0	81,0
27	55—65	0,15	8,4	97,0	11,4		56,6	45,0
	5—17	0,01	6,9	15,3	9,06	48,7	0,58	15,9
	30—42	0,06	7,0	17,0	4,42	61,6	0,82	15,7
29	56—76	0,10	7,0	38,2	3,31	67,4	2,42	
	8—16	0,06	7,0	39,1	34,5	50,0	2,84	2,85
	26—37	0,12	6,9	54,4	31,4	62,0	4,97	5,72
54	45—55	0,20	6,8	71,0	35,6	92,0	9,50	11,30
	0—7	0,11		37,5	16,1	66,5	2,78	2,81
	13—21	0,10		64,1	45,4	50,5	5,73	6,58
	33—47	0,13		48,5	36,7	85,0	4,43	5,00

a talajoknál kb. 50—55 cm-től lefelé egy olyan réteg kezdődik, ahol a kolloid-méretű részecskék mennyisége 2—3%. Ezeket a talajokat a felső szintekben vályogos homok, a mélyebb szintekben finom homok mechanikai összetétellel jellemezhetjük. Az összes kalciumtartalmuk 1,5—2,3% körüli értéket ad. A szikes talajok szelvényében jelentős a Na-felhalmozódás, úgy a kicserélhető Na-ionok, mint az oldható Na-sók vonatkozásában. A szolonsákos szolonyec szelvény esetében a kicserélhető Na-ionok mennyisége 27 T%, ugyanezen a szolonsákos szolonyec szelvény felső szintjében már eléri a 65 T%-ot. A kolloidfrakcióban levő Ca²⁺-ok mennyisége 4—16 mgé/100 g. Az oldható sók mennyisége a talaj típusának megfelelően legkevesebb a szolonsákos szolonyec talajnál: 0,6‰, a szolonsák-szolonyec szelvényben: 1,2, a szolonsák szelvényben 1,3‰ a Na-sók mennyisége. Jelentős az oldható sók közül a nátrium-karbonát és nátriumhidrokarbonát mennyisége is. A kicserélhető Na-ionok nagy mennyisége a lúgosan hidrolizáló Na-sók jelenléte egyaránt olyan irányban hat, amelyik a talaj kolloidkémiail állapotát kedvezőtlené teszi, a talaj finomdiszperz részének diszperzításfokát növeli, ezen keresztül vízháztartási sajátosságait erősen lerontja. Az ilyen jellegű szikes talajokban könnyű mechanikai összetételük ellenére is a víz mozgása igen korlátozott és bennük a víz mozgása az év nagy részében szünetel vagy legalábbis erősen lelassul. A lelassult vízmozgás gátolja az anyagok, ezen belül a radioaktív szennyező anyagok lefelé való mozgását, kilúgzását. Ugyanakkor a lúgosan hidrolizáló Na-sók jelenléte erősen lecsökkenti a talajban egyébként nagy mennyiségben előforduló Ca-vegyületek, elsősorban a CaCO₃ oldhatóságát. Érthető tehát, hogy a talaj felső néhány cm-ében a Sr-90 szennyeződés mennyisége 2—3-

3. táblázat

A vizsgált talajok Sr-90 szennyezettsége talajtípusonként és művelési áganként

(1) Szelvény szám	(2) Talajtípus	(3) Művelési ág	(4) Mintavétel mélysége cm	(5) Aktivitás mCi/km ²
1	Humuszos homok	legelő	0—1	10,20
2			1—5	6,30
2	Humuszos homok	szántó	0—5	6,20
			5—10	2,50
			10—20	3,40
3	Szoloncsákos szolonyec	legelő	0—5	24,30
4	Szoloncsák	legelő	0—5	13,90
5	Szoloncsák szolonyec	legelő	0—5	20,60
6	Réti öntéstalaj	szántó	0—5	8,65
			5—10	6,75
11	Réti talaj	legelő	0—5	11,30
			5—10	4,10
22	Réti talaj	szántó	0—5	14,90
27	Szolonyeces réti talaj	legelő	0—5	11,00
29	Mély réti szolonyec	szántó	0—5	15,30
54	Mély réti szolonyec	rizsföld	0—5	4,30

szorosa annak az értéknek, amit a vele azonos területen levő réti-öntés talaj esetében mértünk. A réti-öntéstalaj adatait vizsgálva kitűnik, hogy itt a felső 10 cm a radioaktív szennyeződése közel egyenletesen oszlik meg.

A vizsgált talajok másik része, a 27, 29 és 54. sz. szelvények szintén szikes talajokat képviselnek. Eltérnek az előzőekben ismertetett szelvényektől abban, hogy mechanikai összetételük jóval nehezebb, a fizikai agyag mennyisége lényegesen meghaladja a fizikai homok mennyiségét, az 1 μ -nál kisebb átmérőjű részecskék mennyisége pedig 40—60% között változik. Sótartalmuk kevesebb, az oldható sók közül általában a szulfátok az uralkodóak. A sók kémiai összetételének megfelelően a kicserélhető Na-ionok relatív mennyisége kevesebb, mint az előző szelvényeknél és általában 16—35 T% között mozog. Ezen talajok vízgazdálkodási sajátosságát részben a nehéz mechanikai összetétel, részben a szikesedés mértéke szabja meg. A nehéz mechanikai összetétel következtében a talajok vízáteresztő képessége nem nagy a holtvíz és hasznosvíz aránya a holtvíz javára tolódik el. Figyelembe kell azonban venni azt is, hogy a kilúgzási szint viszonylag mély, és a szikesedés mértéke kisebb, mint az előző szelvények esetében. Az összes kalcium mennyisége kevesebb, mint az előzőekben ismertetett talajokban. A kolloidfrakció kalciumtartalma lényegesen nagyobb, a talaj folyadékfázisának kalcium ionkoncentrációja magasabb, mint az előző szelvényeknél. Annak ellenére, hogy a talajok mechanikai összetétele nehezebb, a talajok felső szintjében a Sr-90 mennyisége viszonylag kevés. Ebben az esetben nem tudtunk olyan éles különbséget mérni a szikes és az azonos területen levő rétitalaj Sr-90 szennyeződésében. Összehasonlítva azonos területen a szántott és rét-legelő területéről vett minták Sr-90 szennyezettségét azt találjuk, hogy azonos mechanikai összetétel és talajtípus esetén a nem szántott rét-legelő felső néhány cm-ének szennyezettsége nagyobb volt, mint amit az azonos talajtípusú és mechanikai összetételű szántott

terület talajmintáiban mértünk. Nem szikes azonosan művelt különböző mechanikai összetételű talajoknál, a nehezebb mechanikai összetételű talaj radioaktív szennyezettsége volt nagyobb. Ha a radioaktív szennyezettség eloszlását figyeljük, úgy rét-legelő esetében éles különbséget tudunk tenni a felső néhány cm-es és az alatta levő réteg Sr-90 tartalma között. Művelt területen a felső 5 cm radioaktivitása valamivel nagyobb, és a mért szennyezettség kb. 50%-át tartalmazza, egészében azonban a szennyezettség eloszlása egyenletesebb szántott rétegben. Külön meg kell említeni a rizsterületről vett minta Sr-90 tartalmát, ami jóval kevesebb volt, mint a környezetében levő nem öntözött területek radioaktív szennyezettsége.

Következtetések

Megállapíthatjuk, hogy szikes talajok esetében a Sr-90 megkötődése és mozgékonytsága függ a közeg lúgosságától, a kicserélhető Na-ionok relatív mennyiségétől, az oldható sók mennyiségétől s ezek kémiai összetételétől. Minél lúgosabb egy talaj folyadékfázisa, annál kisebb a talajban a kalciumvegyületek oldhatósága és mozgékonytsága, annál nagyobb mértékben halmozódik fel felső néhány cm-ében a Sr-90 és válik a közeg lúgosságának növekedésével mind kevésbé mozgékonná.

A szikes talajok sajátos vízforgalma és kémiai tulajdonságai következtében a mechanikai összetétel kevésbé játszik szerepet a hasadási termékek megkötődésének mértékében és formáiban. Ezt elsősorban a talaj szikesedésének mértéke szabja meg. Abban az esetben, ha a talaj nem művelt, a radioaktív szennyeződés jelentős része a felső néhány cm-ben halmozódik fel. Szántott területeken, valószínűleg a mechanikai keveredés eredményeként a szántott rétegben a Sr-90 szennyeződés egyenletesebben oszlik el.

Az előzőeket figyelembe véve a talajok javításakor a felső néhány cm radioaktív szennyeződését is csökkentheti, a hasadási termékek kilúgzását is elősegítheti, ha növeljük a talajban levő Ca-vegyületek oldhatóságát s ezzel együtt a talajoldat Ca-ion koncentrációját. Amennyiben a talajban számottevő mennyiségben kalciumkarbonát vagy kalciumszulfát nincsen, úgy a Sr-90 mozgékonytsága növelhető a Ca-tartalmú kémiai anyagok adagolásával.

A talajoldat Ca-ion koncentrációjának növelése mellett a javítás után szükséges a talajban a víz mozgásának lehetőségét és a kilúgzást esetlegesen öntözéssel elősegíteni. Természetesen ez a kilúgzódás lassú, és olyan esetben, ha a talaj felső néhány cm-ében valamilyen okból a szennyezettség a kritikus szint fölé emelkedik, célszerű más, gyorsabban ható dekontaminálási eljárást alkalmazni.

Összefoglalás

1. Vizsgálatokat végeztünk 11 különböző típusú és mechanikai összetételű talaj Sr-90 szennyezettségének meghatározására. A meghatározást sósavas extrakció után oxalátos módszerrel végeztük.

A vizsgált talajok által jellemzett területek részben szántóként, részben legelőként voltak hasznosítva.

2. A mérési adatok alapján megállapítottuk, hogy szikes talajok esetén a $Sr=90$ megkötődése és mozgékonyága függ a közeg lúgosságától, a kicserélhető nátriumionok relatív mennyiségétől, az oldható sók mennyiségétől s ezek kémiai összetételétől. Minél lúgosabb egy talaj, annál nagyobb mértékben halmozódik fel a $Sr=90$ a talaj felső néhány cm-ében és válik a közeg lúgosságának növekedésével mind kevésbé mozgékonyá.

3. Abban az esetben, ha a terület szántott, valószínűleg a mechanikai keveredés eredményeként a szántott rétegben a $Sr-90$ szennyeződés egyenletesen oszlik el. Rét és legelő esetén a $Sr-90$ szennyeződésnek több mint 50%-a a talaj felső néhány cm-ében van.

4. A szikes talajok javításakor a felső néhány cm radioaktív szennyezett-ségét csökkentheti, a hasadási termékek kilúgzása elősegítheti, ha növeljük a talajban levő kalciumvegyületek oldhatóságát, a talajoldat kalcium ion-koncentrációját.

A talajoldat kalcium ionkoncentrációjának növelése mellett szükséges öntözéssel elősegíteni a kilúgzódását.

Irodalom

- [1] FOWLER, E. B. & CHRISTENSON, C. N.: Effect of Soil Nutrients on Plant Uptake of Fallout. Science **130**. 1689—1693. 1959.
- [2] FREDRIKSSON, L. & ERIKSSON, B.: Plant Uptake of $Sr-90$ and $Cs-137$ from Soils. Int. Conf. Peaceful Uses of Atomic Energy. Proc. Conf. Geneva 1958 (15/P) 177. 1959.
- [3] KLECHKOVSKY, V. M. & SOKOLOVA, L. N.: The Sorption of Microquantities of Strontium and Cesium in Soils. Int. Conf. Peaceful Uses of Atomic Energy. Proc. Conf. Geneva 1958 (15/P) 2310.
- [4] MELNIKOVA, A. K. & KUDELA, A. D.: Radioaktivnost pocsv i metodi ee opredelenia. Izd. AN. SSSR. Moszkva. 133—154. 1966.
- [5] POLAKOV, U. A.: Radioaktivnost pocsv i metodi ee opredelenia. Izd. AN. SSR. Moszkva 81—133. 1966.
- [6] RUSSEL, R. S. & SCHOFIELD, R. K.: Int. Conf. Peaceful uses of Atomic Energy. Proc. Conf. Geneva 1958 (15/P) 284.

Érkezett: 1971. január 15.

Factors Influencing the Movement and Fixation of $Sr-90$ in the Soil

K. DARAB and I. TÖRÖK

National Institute of Agricultural Quality Testing, Budapest (Hungary)

Summary

1. The $Sr-90$ contamination of 11 soils of different types and textures was studied. The soils examined were humous sand, meadow soil and different types of salt affected soils having textures varying widely from silty sand to heavy clay (Table 1.)

The total Ca content in the soils and in their colloid fractions were also different. In the salt affected soils there were differences in the total salt contents, ESP values and the soluble salt compositions.

2. The areas represented by the samples examined were partly under grassland partly under agricultural cultivation. One sample was taken from a rice field.

3. The $Sr-90$ was determined by the oxalate method, after extraction with hydrochloric acid; the activities are given in mCi/km^2 (Table 3).

4. According to the results it can be stated that in salt affected soils the fixation and mobility of Sr-90 depends on the alkalinity, on the relative amount of exchangeable Na ions (ESP) and the quantity and chemical composition of the soluble salts. The higher alkalinity of the soils' liquid phase, the lower solubility and mobility of the Ca compounds in the soil, the more intense accumulation of Sr-90 in the uppermost soil layers (of some cm) and higher Sr-fixation.

Due to the particular water regime and chemical properties of the salt affected soils, the texture has only a second-hand role in the degree and form of strontium fixation which are influenced first by the degree of salinity and alkalinity.

5. In non-cultivated soils, the radioactive contamination occurs mainly in the some cm thick top layer. As a result of mechanical mixing, the Sr-90 contamination of arable lands is uniformly distributed in the ploughed layer.

6. By the reclamation of salt affected soils, the radioactive contamination of the top layer can be reduced and the leaching of fission products can be promoted by increasing the solubility of Ca compounds in the soil and, at the same time, the concentration of Ca^{2+} ions in the soil solution. When CaCO_3 and CaSO_4 are not present in considerable amounts in the soil, the mobility of Sr-90 can be increased by the application of calcium containing chemical amendments.

Beside increasing the Ca^{2+} ion concentration in the soil solution, the possibilities of a better downward water movement and leaching is also to be promoted by eventual irrigation.

Table 1. Particle size distribution and Ca content of the soils examined (1) Profile No. (2) Sampling depth, cm. (3) Physical sand / clay. (4) Colloid fraction $< 1 \mu$, %. Total CaO (5) in the soils, %, and (6) in the clay fraction, me/100 g.

Table 2. Chemical analysis of the saturation extracts of the salt affected soils examined. (1) Profile No. (2) Sampling depth, cm. (3) Soluble salts, %. (4) Saturation extract, (5) SP, (6) SAR, (7) ESP values.

Table 3. Sr-90 contamination of soils of different types and land use. (1) Profile No. (2) Soil type. (3) Land use. (4) Sampling depth, cm. (5) Activity, mCi/km²

Facteurs influençant le mouvement et la fixation de Sr-90 dans le sol

K. DARAB et I. TÖRÖK

Institut National pour la Qualification des Produits Agraires, Budapest (Hongrie)

Résumé

1. Nous avons étudié la contamination par Sr-90 de 11 sols de différents types et textures. Les sols examinés étaient les suivants: sable humique, sol de prairie et différents types de sols affectés des sels ayant des textures se variant du sable limoneux jusqu'à l'argile lourde (Tableau 1).

Les teneurs totales en Ca des sols et de leurs fractions colloïdales étaient aussi différentes. Dans les sols affectés des sels nous avons trouvé des différences dans la teneur totale en sels, les valeurs d'ESP et la composition des sels solubles.

2. Les échantillons de sol examinés représentaient des terrains d'une part sous prairie, d'autre part sous culture agricole. Un échantillon a été prélevé d'une rizière.

3. La Sr-90 a été dosée par la méthode à l'oxalate, après une extraction avec de l'acide chlorhydrique; les activités sont données en mCi/km² (Tableau 3).

4. Selon les résultats, on peut constater que dans les sols affectés des sels la fixation et la mobilité de Sr-90 dépendent de l'alcalinité, de la teneur relative en ions de Na échangeables (ESP) et de la composition chimique des sels solubles. Plus forte est l'alcalinité de la phase liquide des sols, plus faible est la solubilité et la mobilité des composés de Ca dans le sol et plus intense l'accumulation de Sr-90 dans les couches superficielles (d'épaisseur de quelques cm), et plus forte la fixation de Sr.

Par suite du régime de l'eau particulier et des propriétés chimiques des sols affectés des sels, la texture ne joue qu'un rôle secondaire dans le degré et la forme de la fixation de strontium; ils sont plutôt influencés par le degré de salinité et l'alcalinité.

5. Dans les sols non-cultivés, la contamination radioactive se montre surtout dans la couche superficielle d'épaisseur de quelques cm. Vraisemblablement en conséquence

du mélange mécanique, la contamination par Sr-90 des sols arables est distribuée uniformément dans la couche labourée.

6. Pendant la mise en culture des sols affectés des sels, la contamination radioactive dans la couche superficielle peut être diminuée et le lessivage des produits de fission favorisé par augmentant la solubilité des composés de Ca dans le sol et, en même temps, par augmentant aussi la concentration des ions de Ca^{2+} dans la solution de sol. S'il n'y a pas de CaCO_3 et CaSO_4 en quantités considérables dans le sol, la mobilité de Sr-90 peut être augmentée par l'application des amendements chimiques de teneur en Ca.

Outre l'augmentation de la concentration des ions de Ca^{2+} dans la solution de sol, les possibilités du mouvement à bas de l'eau ainsi que le lessivage doivent être favorisés par irrigation éventuelle.

Tableau 1. Analyse granulométrique et teneur en Ca des sols examinés. (1) No. des profils. (2) Profondeur du prélèvement des échantillons, cm. (3) Sable et argile physique. (4) Fraction colloïdale $< 1 \mu$, %. Teneur totale en CaO des sols, % (5) et de la fraction colloïdale, mg/100 g.

Tableau 2. Analyse chimique de l'extrait de saturation des sols affectés des sels examinés. (1) No. des profils. (2) Profondeur du prélèvement des échantillons, cm. (3) Sels solubles, %. Valeurs de l'extrait de saturation (4), SP (5), SAR (6) et ESP (7).

Tableau 3. Contamination par Sr-90 des sols de différents types et selon la sorte de culture. (1) No. des profils. (2) Types des sol. (3) Sortes de culture. (4) Profondeur du prélèvement des échantillons, cm. (5) Activité, mCi/km².

Изучение некоторых почвенных факторов, влияющих на движение и поглощение Sr-90

К. ДАРАБ и И. ТЁРЁК

Государственный Институт по контролю за качеством почв и с. х. продуктов, Будапешт (Венгрия)

Резюме

1. Изучали одиннадцать почв различных по типам и по механическому, составу, с целью определения их загрязнения Sr — 90. Почвенные образцы характеризовали собой гумусированный песок, луговую почву и различные типы засоленных почв. Механический состав почв изменялся от супеси до тяжелой глины (Таблица 1).

Изменялось общее содержание кальция как в почве, так и в коллоидной фракции почвы. В случае засоленных почв наблюдалось различие в общем содержании солей, в относительном содержании ионов обменного натрия и в составе воднорастворимых солей.

2. Изучаемые территории частью использовались под луга и пастбища, частью под пашни. Образец № 1, был взят с рисовой плантации.

3. Определение Sr-90 проводилось оксалатным методом, после экстрагирования соляной кислотой. Активности приводятся в размерности mCi / км² (Таблица 3).

4. Данные анализов показали, что в засоленных почвах подвижность и поглощение Sr-90 зависит от щелочности среды, от относительного содержания ионов обменного натрия, от содержания воднорастворимых солей и от их химического состава. Чем щелочнее жидкая фаза почвы, тем меньше растворимость и подвижность в почве соединений кальция и тем больше накопление Sr-90 в верхних несколько сантиметрах горизонта почвы и выпадение его с увеличением щелочности среды в результате его малой подвижности.

В результате особенностей водных и химических свойств засоленных почв, механический состав их играет незначительную роль в степени и в форме связывания продуктов распада. Это, в первую очередь, зависит от степени засоленности почвы.

5. В случае, если почва не обрабатывается, значительная часть радиоактивного загрязнения накапливается в верхнем несколько сантиметровом слое почвы. На вспаханных территориях, по всей вероятности, в результате механического перемешивания почвы, Sr—90 равномерно распределяется по всему пахотному горизонту.

6. При мелиорации засоленных почв можно снизить степень радиоактивного загрязнения верхних несколько сантиметровых слоев почвы, способствовать выщелачиванию продуктов распада; если увеличить растворимость соединений кальция в почве и вместе с этим повысить концентрацию ионов кальция в почвенном растворе. Если в почве не имеется

достаточного количества карбонатов или сульфатов кальция, подвижность Sr—90 можно увеличить внесением химических веществ, содержащих кальций.

Наряду с увеличением концентрации ионов кальция в почвенном растворе, необходимо создать возможности движения воды и способствовать выщелачиванию орошением данных почв.

Табл. 1. Механический состав и содержание карбонатов кальция в исследуемых почвах. (1) Номер разреза. (2) Глубина взятия образцов. (3) Физический песок / Физическая глина. (4) Коллоидная фракция, $< 1 \mu$, %. (5) Общее содержание СаО в почве, %. (6) Общее содержание СаО в глинистой фракции почвы, в мг. экв./100 г.

Табл. 2. Данные анализа насыщенной вытяжки из засоленных почв. (1) Номер разреза. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Воднорастворимые соли, %. (4) Насыщенная вытяжка. (5) Процент насыщенности. (6) Адсорбционное соотношение ионов натрия. (7) Обменный натрий, Т %.

Табл. 3. Загрязнение Sr—90 изученных почв по почвенным типам и по угодьям. (1) Номер разреза. (2) Тип почвы. (3) Угодье. (4) Глубина взятия образца в см. (5) Активность в мСi/км².